Aus der medizinischen Universitätsklinik Marburg.
Direktor Prof. Dr. Schwenkenbecher.

Die Auswirkungen der alkalotischen Rohkost und einer sauren Kost auf die Tagesschwankungen der Säure- und Ammoniakausscheidung mit dem Harn.

Inauguraldissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde in der Zahnheilkunde
der hohen medizinischen Fakultät
der Universität Marburg.

Vorgelegt von

Helmuth Theine
Zahnarzt aus Osnabrück.

Buchdruckerei W. Nolte, Osnabrück.

1932

Angenommen von der Medizinischen Fakultät am 25. 6. 32.
Gedruckt mit Genehmigung der Fakultät.
Referent: Professor Dr. Schwenkenbecher.

Die Beeinflussung des Organismus nach einer sauren oder alkalischen Stoffwechselrichtung hin ist ein aktuelles Problem. (Freudenberg) Besonders sind durch die modernen diätetischen Behandlungsmaßnahmen, ich möchte hier an die Sauerbruch-Hermannsdorfer Gerson-Diät erinnern, die saure und alkalische Kostform in den Mittelpunkt des Interesses gerückt.

Die geläufige Einteilung in saure oder alkalotisch wirksame Nahrungsmittel und Kostformen erfolgt nach dem chemischen Aschenwert, und zwar bezeichnet man eine Kost als sauer, wenn sie nach der Verbrennung einen Überschuß an sauren, als alkalotisch wirksam, wenn sie einen Überschuß an basischen Valenzen aufweist. Von Kroetz ist aber schon darauf aufmersam gemacht worden, daß es nicht angängig ist, ohne weiteres auf Grund der chemischen Aschenanalyse von einer Kost als einer sauren oder alkalotisch wirksamen zu sprechen. Mit Recht betont Kroetz, daß auf Grund dieser chemischen Aschenanalyse noch keineswegs die Auswirkungen einer solchen Kost auf den menschlichen Organismus feststehen. Im intermediären Stoffwechsel kommt es zu mannigfaltigen Umstellungen und Veränderungen hinsichtlich der Säure- und Basennatur, daß allein durch das Experiment am Menschen eine Kost in ihrer Wirkung als sauer oder alkalotisch erforscht werden kann.

Wir wissen bereits, daß es bei dem hoch entwickelten Stoffwechsel des gesunden Menschen dank ausgezeichnet arbeitender Regulationsmechanismen nicht gelingt, durch Überschwemmung mit sauren oder alkalotisch wirksamen Bestandteilen das Säure-Basengleichgewicht des Blutes oder der Gewebssäfte wesentlich zu verändeen. Auch hat es sich gezeigt, daß die Untersuchung der Körpersäfte — vor allem kommt das Blut in Frage — in Bezug auf die verschiedenen Kriterien, die einen Einblick in die feineren Mechanismen des Säure-Basenhaushaltes erlauben, nicht ausschlaggebend sein kann. Durch Freudenberg und György ist uns bekannt, daß Störungen des Säure-Basenhaushaltes ohne Veränderungen im Blute vorkommen können.

Diese Gründe führen dazu, die für die Regulierung des Säure-Basenhaushaltes verantwortlichen Ausscheidungsprodukte zu untersuchen. Urin, Atemluft, Schweiß und Kot kämen hier in Frage. Die Schweißdrüsen dürften im allgemeinen nicht von wesentlicher Bedeutung sein. Im Verdauungstraktus sind die Verhältnisse nach György so verwickelt, daß deren Erforschung bis jetzt keinen Erfolg aufweist. Katzenstein, Scheer und

Robinson lehnen sogar die Bedeutung einer Beteiligung der Darmwand an der Regulierung des Ionengleichgewichtes im Körper ab.

Als Ausscheidungsorgan der Kohlensäure hat die Lunge eine grundlegende Bedeutung für die Regulation des Säure-Basengleichgewichtes. Nach Goiffon gehört die Lunge zu den raschwirkenden Regulatoren. Sie übernimmt die Feinregulierung durch vermehrte oder verminderte Ausatmung von Kohlendioxyd. Grundlegende Arbeiten über die Regulationswirkung der Lunge geben Hasselbalch und Winterstein, Straub und Porges.

Unter den regulatorischen Funktionen spielt die Nierenarbeit die bedeutendste Rolle für den Säure-Basenhaushalt. Die Niere scheidet im Harn den Überschuß an nicht flüchtigen basischen oder sauren Valenzen aus. Im Gegensatz zu der Lunge erfolgt ihre regulierende Tätigkeit langsam. Bei der groben Regulierung durch die Nieren werden die weitaus größten Mengen überschüssiger Basen und Säuren ausgeschieden. Aber nicht allein die Erkenntnis dieser Tatsache führte zu einer besonderen Bewertung der Säure-Basenverhältnisse im Harn. Untersuchungen von Freudenberg und György haben gezeigt, daß Beeinflussungen des Säure-Basengleichgewichtes oft nicht im Blut, wohl aber im Urin nachgewiesen werden können.

Meine Untersuchungen über die Auswirkung verschiedener Kostarten auf den Säure-Basenhaushalt beschränken sich auf die Bestimmung der Säureausscheidung mit dem Harn.

Die im Harn vorliegenden Verhältnisse würden am besten durch genaue Bestimmung seines Gehaltes an An- und Kat-Ionen untersucht werden. Derartige Harnanalysen wurden von Gaethgens, Stadelmann, Mainzer ausgeführt. Diese Analysen sind äußerst langwierig und mühsam, jedoch gelingt es durch einfachere chemische und physikalische Untersuchungen ebenfalls zum Ziel zu kommen.

Zu diesen Untersuchungen gehören die Bestimmung der H-Ionenkonzentration, die Bestimmung der Ammoniakzahl und der Titrationsacidität im Urin.

Es sind bereits zahlreiche Untersuchungen über die Auswirkung verschiedener Ernährungsformen auf die Säureausscheidung mit dem Harn angestellt worden. Gelegentlich wurden auch die Tagesschwankungen geprüft. Diese Versuche haben aber, wenn sie auch in mancher Beziehung übereinstimmen, doch nicht in jeder Hinsicht zu eindeutigen Ergebnissen geführt.

Satke und Bartolomey zeigten, daß bei normaler Kost und bei gesundem Organismus die aktuelle Reaktion in den täglichen Harnportionen zwischen pH = 5,5 und pH = 6,4 schwankte.

Als Maß der im Urin ausgeschiedenen Säuren nehmen die beiden Autoren die Anzahl von ccm einer n/10 NaOH,

die verbraucht werden, um 100 ccm des Harns auf eine H-Ionenkonzentration von pH = 7,4 zu bringen. Die so erhaltene Zahl bezeichnen die Forscher als Säureüberschuß (S.Ue.) Die in dem ganzen Tagesurin ausgeschiedene Säuremenge bezeichnen sie als Gesamtsäureüberschuß (G.S.Ue.) Dieser Wert ergibt sich aus dem S.Ue. durch Multiplikation mit der Gesamtmenge des Urins und Division des gefundenen Wertes durch 100.

Säureüberschuß wie auch Gesamtsäureüberschuß des Harnes unterliegen nach Satke und Bartolomey größeren Schwankungen. Der von ihnen beim Gesunden festgestellte S.Ue. lag zwischen 3 und 68, der G.S.Ue. zwischen 67 und 395.

Die beiden Autoren fanden, daß der Säureüberschuß mit der Reaktion des Harnes im allgemeinen gleichsinnig geht, d. h. je mehr die aktuelle Reaktion im Urin nach der sauren Seite neigt, umso größer ist auch der Säureüberschuß und umgekehrt. Weiterhin soll, wie ein großes Beachtungsmaterial ergab, in normalen Fällen jeder bestimmten H-Ionenkonzentration ein ganz bestimmter Gesamtsäureüberschuß entsprechen. Mit kleinerwerdender pH-Zahl nimmt der Gesamtsäureüberschuß in ganz bestimmtem Maße zu. Dabei kann zu jedem pH-Wert ein Maximum und ein Minimum des G.S.Ue. angegeben werden. Diese empirisch gefundenen Extremwerte kommen in einem entsprechenden Ordinatensystem auf zwei Geraden zu liegen, zwischen denen sich in normalen Fällen die gefundenen Werte befinden. Die Geraden schließen einen Winkel ein, dessen Scheitelpunkt bei pH = 7,4 liegt.

Während also die Werte des G.S.Ue., die sich innerhalb dieser beiden Geraden bewegen, normal sind, liegen pathologische Werte außerhalb dieser Grenzen. Wie für den G.S.Ue. so gilt das gleiche auch für den S.Ue. Satke und Bartolomey fanden die Tagesschwankungen des S.Ue. in den allermeisten Fällen im Bereich des Normalen. Nur in einzelnen Fällen beobachteten sie, speziell nach den Hauptmahlzeiten, ein leichtes Heruntergehen des S.Ue. unter die Normal-Minimalwerte. Fernerhin stellten diese Forscher fest, daß beim Stoffwechselnormalen die verabreichte Kost einen gewissen Einfluß auf die Säureausscheidung im Harn ausübt.

Sie beobachteten nach drei Tage langer Verabreichung einer eiweißreichen Kost, daß der pH.-Wert der Tagesharnmenge gleichblieb oder nur ganz wenig sich nach der sauren Seite verschob. Der S.Ue. und der G.S.U.e. blieben dabei unverändert oder erhöhten sich nur gering. Eine andere Versuchsreihe ergab, daß nach drei Tage langer kohlehydratreicher Kost der pH-Wert in den Tagesharnmengen sich nicht änderte, der S.Ue. und der G.S.Ue. dagegen in den meisten Fällen herunter gingen, manchmal sogar bis unter das Minimum. Auch Jansen

und Karbaum gelangten zu dem letztgenannten Ergebnis. Eine Erklärung für diese Erscheinung sahen Satke und Bartolomey darin, daß bei kohlehydratreicher Kost dem Körper sehr wenig saure Valenzen zugeführt und daher naturgemäß auch wenig ausgeschieden wurden. Bei einer vorwiegend fettreichen Diät beobachteten sie keine Änderung der oben genannten Werte für pH, S.Ue. und G.S.Ue. im Harn.

Weiterhin stellten diese Autoren Schwankungen der aktuellen Reaktion des Harns im Laufe des Tages fest. Von den niedrigsten Werten während der Nacht steigt der pH-Wert der einzelnen Harnportionen in den Morgenstunden an, bis er in der Mittagszeit ein Maximum erreicht. Kurz nach der Mittagsmahlzeit erniedrigt er sich in den meisten Fällen etwas. Nach Beckmann, der ähnliche Feststellungen machen konnte, soll dieser leichte Abfall des pH im Harn nur dann eintreten, wenn die verabreichte Kost nach der chemischen Veraschung einen gewissen Säureüberschuß aufweist. Aber auch nach den übrigen Mahlzeiten kommt es zu einem vorübergehenden Abfall der pH-Werte im Urin. Am Abend wird der Urin wieder saurer — der pH-Wert sinkt also weiter — und in der Nacht wird der stärkste Grad der Säuerung erreicht.

Veil kommt auf Grund seiner Untersuchungen zu der Ansicht, daß die Abweichung des Harn-pH von den Mittelwerten des Tagesverlaufs durch postdigestive Schwankungen bedingt ist. Mit Regelmäßigkeit folgt jeder Mahlzeit eine Erhöhung der pH-Werte, (also eine Verschiebung der aktuellen Reaktion des Harns nach der basischen Seite hin) und zwar ist die Erhöhung des Harn-pH umso stärker, je größer die Mahlzeit ist. Der höchste pH-Wert tritt nach der Mittagsmahlzeit auf und zwar findet sich das Maximum 2—3 Stunden nach der Mahlzeit. Bei geringer Nahrungszufuhr wird der maximale pH-Wert früher erreicht als bei reichlichem Essen. Nach Erreichung dieses Höchstwertes der pH-Zahl fällt sie innerhalb 2—3 Stunden zu Durchschnittswerten ab.

Nach Satke und Bartolomey sind für die Aciditätsschwankungen im Harn im Verlaufe des Tages Änderungen der Erregbarkeit des Atemzentrums maßgebend und zwar in dem Sinne, daß die Herabsetzung der Erregbarkeit des Atemzentrums während des Schlafes eine Erhöhung der alveolären Kohlensäurespannung und damit eine Erhöhung der Harnacidität zur Folge hat. Die stärkere Erregbarkeit des Atemzentrums im Wachen führt zu einer Abnahme der Acidität im Harn, da mehr Kohlendioxyd exhaliert wird. Auch die Magensaftsekretion ist nach ihrer Ansicht von Einfluß, und zwar insofern, als es einige Zeit nach der Nahrungsaufnahme, besonders nach den Mittagsmahlzeiten, wenn also reichlich Salzsäure in den Magen ausgeschieden wird, zu einer stärkeren Abnahme der Acidität im Harn kommt.

Beckmann, der die Tagesharnportionen untersuchte, fand die bereits oben erwähnten gleichmäßigen Tagesschwankungen des pH-Wertes im Harn. Von der ersten Morgen-Urinportion bis gegen Mittag steigt dieser Wert mehr oder weniger rasch an und fällt dann gegen Abend wieder ab. Die Nachtportion ist meistens am stärksten sauer. Bei Verabreichung von vorwiegend saurer oder basischer Kost fand Beckmann, daß die Gesamtlage der pH-Kurve des Harns an einem Tage mit basischer Kost nur wenig verändert war im Vergleich zu der pH-Kurve eines Versuchstages mit saurer Kost. Nur konnte er feststellen, daß die Harn-pH-Kurve des Tages, an dem basische Kost gereicht wurde, im Durchschnitt etwas höher lag als am Tage mit saurer Kost. Der Verlauf der Kurve in den Mittagsstunden dagegen war in auffallender Weise verschieden. Der Harn-pH der Mittagsportionen am Tage mit saurer Kost wurde sofort nach der Mahlzeit niedriger, während am Tage mit alkalischer Kost der Harn-pH-Wert noch anstieg und erst später abfiel.

Auch Erdt untersuchte den Einfluß der Ernährung auf Schwankungen des Harn-pH im Laufe des Tages. Er glaubt, aus seinen Beobachtungen schließen zu können, daß die Schwankungen des Harn-pH allein mit der Salzsäuresekretion des Magens, aber nicht mit dem Säuregrad der Kostform zusammenhängen. In einem Versuch, bei dem mehrere Tage reine Fleischkost gegeben wurde, blieben die Kurvenschwankungen des Harn-pH bestehen trotz starker Ketonurie. Dagegen ergab gemischte kohlenhydratreiche Kost beim Achyliker nicht diese normalerweise gefundenen Schwankungen der Harn-pH-Werte. Diese Kurve verlief fast gerade.

Hasselbalch untersuchte ebenfalls die Einwirkungen gewisser Kostformen auf den pH des Harnes im Laufe des Tages. Er fand, daß nach jeder Mahlzeit der Harn ohne Ausnahme saurer wurde, als er vorher war. Ungefähr drei Stunden nach den Mahlzeiten beobachtete er dagegen ein starkes Zurückgehen der Acidität im Harn. Die Verabreichung vegetarischer Diät führt nach seiner Ansicht erst am dritten Tage zu gleichmäßig veränderten Schwankungen. Es zeigte sich dann, daß der Harn besonders 3—4 Stunden nach den Mahlzeiten alkalisch werde.

In engem Zusammenhang mit der Säureausscheidung im Harn steht die Ammoniakbildung. Nash und Benedikt und andere Autoren sind der Ansicht, daß der größte Anteil des Harn-Ammoniaks von den Nieren gebildet und ausgeschieden wird. Nach Seelig ist der im Blute nachweisbare Gehalt von Ammoniak, wie auch schon Parnas gezeigt hat, sehr gering. Dieser aus den Stoffwechselschlacken zahlreicher Organfunktionen stammende Ammoniakgehalt beträgt Bruchteile von Miligrammen (0,0001 mg %). Diese Tatsache scheint Seelig zu der Annahme zu berechtigen, daß bei diesem niedrigen Blutammo-

niakspiegel die Nierenschwelle für diese Substanz sehr niedrig liegt. Da im Harn die Ammoniak-Tagesmengen ungleich höher sind, bei gemischter Kost etwa 0,4—0,6 g, ist dieses vom Blutspiegel offenbar unabhängige Plus an Ammoniak auf eine Tätigkeit der Nieren zu beziehen, wofür auch die Tatsache spricht, daß die Nierenvenen mehr Ammoniak enthalten als die Nierenarterien. An die Namen von Nash, Benedikt, Embden, Magnus-Levy, Münzer u. a. knüpft sich die gewonnene Tatsache, daß die Ammoniak-Bildung und -Ausscheidung eine spezifische Funktion des Nierenparnchyms darstellt. Sie ist abhängig von dem Säuregrad der der Niere zufließenden aus dem Blut stammenden Flüssigkeitsmengen und dient unter Schonung der fixen Alkalien und der Blutpuffer dazu, die bei verschiedensten Stoffwechselprozessen entstehenden, zum Teil mit sehr hohem H-Ionengehalt ausgestatteten Säuren zu neutralisieren bezw. zu entgiften und harnfähig zu machen. Die Ammoniak-Bildung nnd -Ausscheidung ist nach den bisherigen Untersuchungen eine vorwiegende Tätigkeit des Rindenteils der Nieren.

Von Magnus-Levy, der sich seit der Aufstellung des stoffwechselchemischen Begriffs „Acidose" durch Naunyn sehr intensiv um die Erforschung der Rolle des Ammoniaks hierbei bemüht hat, stammt der Begriff der primären und sekundären Ammoniurie. Die letztere ist es, mit der wir hauptsächlich als Neutralisationsfaktor zu tun haben. Die Abhängigkeit von Säurezufuhr bezw. Säurebildung ist von zahlreichen Untersuchern nachgeprüft worden. Als gutes Beispiel sei auf die Untersuchung von Schittenhelm verwiesen, der die nahezu gesetzmäßige, graduelle Beziehung zwischen Acidität des Magensaftes und der Ammoniakausscheidung feststellte.

Nach R. Berg ist die Ammoniakbildung das Resultat von anormalen hydrolytischen Spaltungen der Eiweiskörper, die erst dann eintreten, wenn schon Mangel an unorganischen Basen aufgetreten ist, also die Säftezusammensetzung eine anormale ist. Das Erscheinen von Ammoniak ist damit weniger ein Indikator für einen Säureüberschuß als vielmehr für schon bestehenden Alkalimangel im Organismus. Selbstverständlich kann auch bei Verarbeitung von Eiweißabbauprodukten im Körper Ammoniak entstehen. In der Hauptsache ist die Ammoniakbildung der Nieren durch die Notwendigkeit bedingt, harnfähige Säuren, für die nicht genügend fixes Alkali zur Verfügung steht, zu neutralisieren. Eppinger nimmt an, daß die Art, wie diese Säuren neutralisiert werden, von der Nahrung abhängt. Beim Pflanzenfresser erfolgt diese Neutralisation mehr durch fixe Alkalien, beim Fleischfresser dagegen mehr durch Ammoniak.

Schittenhelm, Camerer, Gumlich, Rumpf u. a. sind der Ansicht, daß die absolute Ammoniakausscheidung in hohem Maße vom Stickstoffumsatz und danach auch von der Stickstoff-

zufuhr abhängig ist, sodaß es nicht angeht, aus einer Vermehrung der absoluten Ammoniakmenge ohne gleichzeitige Berücksichtigung der Ausscheidung des Gesamtstickstoffs auf pathologische Stoffwechselvorgänge im Organismus zu schließen. Die Ammoniakzahl, d. h. der prozentuale Anteil des Ammoniakstickstoffs am Gesamtstickstoff steht nach Hasselbalch in einem gesetzmäßigen Zusammenhang mit der H-Ionenkonzentration des Harnes. So entspricht bei jedem Menschen einem bestimmten pH-Wert eine bestimmte Ammoniakzahl; mit steigendem pH des Harnes fallen die Ammoniakzahlen bei einem und demselben Individuum nach einer hyperbolischen Kurve, deren Scheitelpunkt bei pH = 5,8 liegt.

Auf Grund eines großen Beobachtungsmaterials stellten Satke und Bartholomey fest, daß diese Ammoniakzahl bei normaler gemischter Kost und gesundem Organismus in der Tagesurinmenge zwischen 2,0 und 5,5 schwankt.

Wenn auch schon, wie oben erwähnt, Versuche vorliegen, die darauf hinausgingen, festzustellen, wie saure oder alkalische Diät auf die Acidität des Harnes, und damit auch auf die Säureausscheidung überhaupt sich auswirken, so wareu doch noch keine Untersuchungen angestellt, die die Zusammenhänge zwischen den einzelnen Faktoren, die für die Aciditätsverhältnisse des Harns maßgebend sind, prüfen, und gleichzeitig die Ammoniak- und Stickstoff-Ausscheidung des Harns feststellen. Es schien daher notwendig, diese eventuellen Beziehungen in eingehenden Untersuchungen zu studieren. Besonders interessierte uns der Zusammenhang mit der Art der aufgenommenen Nahrung, d. h. in welcher Weise sich eine saure oder alkalotisch wirksame Kostform auf diese einzelnen Eigenschaften des Harns auswirkt. Desgleichen beschäftigte uns die Frage, wie die Kostform, vor allem die Tagesschwankungen der Harnacidität und der Amuoniakausscheidung beeinflußt. Um all dieses erfassen zu könneu, war ich bemüht, durch Untersuchung der zweistündigen Harnmengen die Tagesschwankungen sowohl des S.Ue. wie auch des G.S.Ue., der H-Ionenkonzentration (pH) festzustellen, ferner den Ammoniakgehalt und die Stickstoffmenge dieser zweistündigen Harnportionen zu ermitteln.

Versuchsanordnung und Methodik.

Zur Klärung der oben genannten Fragen wählte ich zunächst den Selbstversuch, der mir allein die nötige Zuverlässigkeit in Einhaltung der Diät und Aufsammeln des Harnes gewährleistete. Da mir im Verlaufe der Versuchsreihe die Einhaltung der Rohkost gewisse Schwierigkeiten machte, habe ich einen befreundeten Kollegen H. B. für eine noch weitere Versuchsreihe gewonnen. Ich möchte nicht unterlassen zu erwähnen, daß beide Versuchspersonen mittelkräftige und gesunde junge Leute sind.

Als ausgesprochen alkalotisch wirksame Kost wurde die Rohkost gewählt, deren Wert und Bedeutung in der Gegenwart nicht nur in der wissenschaftlichen Fachwelt, sondern auch vielfach in Laienkreisen erörtert wird. Die saure Kost bestand in einer stark fleisch- und brothaltigen Ernährung, zu der nur diejenigen Gemüse gegeben wurden, die keine merkbare alkalotische Wirkung aufweisen; dazu gehören Spargel, Blumenkohl und Rosenkohl.

Im Selbstversuch fand der Kostwechsel nach je zwei Tagen statt. Hier sollten hauptsächlich die Auswirkungen des jähen Wechsels in der Ernährung festgestellt werden. Unmittelbar im Anschluß an eine Periode mit normaler gemischter Kost wurde an zwei Tagen Rohkost gegebeen. Darauf folgten als Abschluß zwei Versuchstage mit ausgesprochen saurer Kost.

Die Rohkost bestand morgens aus dem Bircher-Benner'schen Müsli. Mittags gab es Gemüseplatten, die auch abends neben Fruchtsalaten gereicht wurden. Zwischen den Mahlzeiten aßen wir Obst, vor allem Äpfel, Apfelsinen, Bananen und Birnen. Einen genügend hohen Nährwert der Rohkost erreichten wir durch Zugabe von Olivenöl zu den Speisen.

Als saure Kost wurden Speisen mit Fleisch, Brot, Milch und Butter, aber nur wenig Gemüse gegeben. Der Verbrennungswert der Kost war stets kalorisch ausreichend, um die Bedürfnisse der Versuchsperson zu decken.

Bei der zweiten Versuchsperson H. B. erfolgten die Untersuchungen erst nach längerer Einstellung auf die betreffende Kostart. Erst dann, wenn eine völlige Einstellung des Organismus auf diese Kost gewährleistet war, sollten die Auswirkungen der verschiedenen Kostarten geprüft werden.

Während der Rohkosttage verzehrte H.B. ebenso wie H.T. nur rohe Gemüse, wie Weißkohl, Blumenkohl, Tomaten und Möhren, ferner reichlich Obst. Auch hier war die Nahrung kalorisch ausreichend, sodaß jeder Hungerzustand, der die Versuchsergebnisse beeinträchtigen konnte, vermieden wurde. Die gereichten Speisen wurden jedesmal vollständig verzehrt. Die saure Kost war in ihrer Zusammensetzung in beiden Versuchen gleich.

Um ein einigermaßen klares Bild über die Tagesschwankungen der Säureausscheidung mit dem Harn zu erhalten, untersuchte ich die in zweistündigen Abständen ausgeschiedenen Urinmengen, und zwar wurde der Urin morgens um 9 Uhr, um 11 Uhr und dann um 13 Uhr — kurz vor dem Mittagessen gelassen. Weiterhin wurden um 15 Uhr, 17 Uhr und um 19,30 Uhr — also kurz vor dem Abendessen — und um 22 Uhr die Urinmengen untersucht. Die Nachturine wurden von 22 Uhr bis morgens 7 Uhr gesammelt. Alle Bestimmungen führte ich sogleich nach dem Lassen des Harnes aus, um damit eine

Zersetzung des Harnes und dadurch möglicherweise auftretende Fehler zu vermeiden. Die zweistündige Urinmenge wurde in einer Mensur genau gemessen, darauf ihr spezifisches Gewicht mit dem Aräometer bestimmt, und die Reaktion gegen Lakmuspapier geprüft. Die H-Ionenkonzentration (pH) ermittelte ich mit der Indikatorenreihe nach Michaelis in dem Walpole-Komparator. Zur Feststellung der Acidität des Harns wandte ich die Titrationsmethode nach Brock an, die besonders klare Einblicke in die Säureausscheidung mit dem Harn gestattet. Das Verfahren ist folgendermaßen:

Der Harn wird mit einer bestimmten Menge (8—10 Tr.) Neutralrot oder Phenolrot als Indikator versetzt. Diesc beiden Indikatoren haben ihren Umschlagspunkt bei einer Ionenkonzentration von pH=7,4. Um bei der Titration den Umschlagspunkt leichter feststellen zu können, wird eine Vergleichslösung hergestellt, deren pH von vornherein bei 7,4 liegt. Diese Lösung setzt sich aus einem Gemisch von primärem und sekundärem Phosphat zusammen. Durch Beigabe indifferenter Farbstoffe (Bismarckbraun, Tropäolin 00, Methylrot) wird die Phosphatlösung auf die Urinfarbe gebracht. Wird dieser Lösung nun die gleiche Menge des Indikators wie dem Urin zugegeben, so hat die Vergleichslösung die Farbe, die auch der zu untersuchende Urin annimmt, wenn er bis zu einem pH = 7,4 titriert wird.

Zur Bestimmung der Gesamtstickstoffausscheidung in den einzelnen Urinportionen wandte ich die bekannte Mikromethode nach Kjeldahl an, wie sie Rona in seinem „Praktikum der physiologischen Chemie" beschreibt.

Der Ammoniakgehalt der Urinportionen wurde nach der Methode von Weber und Krane, wie sie im obengenannten Werk von Rona und Kleinmann beschrieben ist, ermittelt. Dieser Methode gaben wir den Vorzug, da sie mehr genaue Werte gibt. Zunächst wird das vorhandene Ammoniak durch Natrium-Kobaltnitrit-Reagens als Komplexsalz gefällt. In einer geschlossenen Glasapparatur erfolgt bei indirekter Erhitzung die Überdestillation des Ammoniaks nach Zugabe von NaOH in die mit Jodat versetzte Schwefelsäure. Jodometrisch erhält man den Ammoniakgehalt der untersuchten Harmenge. Daraus läßt sich der gesamte Ammoniakgehalt der Urinportion errechnen.

Versuchsergebnisse.

Die Ergebnisse der gesamten Untersuchungen habe ich in folgenden Tabellen 1—13 zusammengestellt. Aus ihnen sind die einzelnen wichtigen Faktoren herauszulesen. Ich beginne mit der Besprechung der Ergebnisse, die sich in den Kostversuchen bei H. T. fanden. Hier muß ich vorausschicken, daß dieser

V.P. die Umstellung von der normalen Kost auf die Rohkost gewisse Schwierigkeiten bereitete. Am ersten Rohkosttage, der wie üblich beim Übergang auf diese Kostart ein reiner Obsttag war, stellten sich Müdigkeit und Abspannung ein, die sich immer mehr verstärkten. Hierzu gesellten sich weiterhin Magen-, Darm-beschwerden und Durchfall, die ebenfalls noch am zweiten Rohkosttage bestanden. Der mangelnde Appetit machte es der V.P. schwierig, die ungewohnte Kost zu genießen. Doch wurde stets alles aufgegessen. Trotzdem ist an dem Obsttage ein Hungerzustand anzunehmen, da die Nahrung kalorisch nicht ausreichend war. Allerdings war die Acetonprobe, die ja bis zu einem gewissen Grade einen bestehenden Hungerzustand anzeigt, negativ. Am zweiten Rohkosttage war der Brennwert der Kost groß genug, um die Lebensbedürfnisse zu decken und einen Hungerzustand zu vermeiden. Wenn also am ersten Tage die Versuchsergebnisse durch den Hungerzustand beeinflußt sein könnten, so muß für die unerwarteten Versuchsergebnisse des zweiten Tages in den bestehenden Verdauungsstörungen ein Grund gesehen werden.

Über die Harnmengen und die spez. Gew. an den Tagen mit normaler Kost läßt sich nichts sagen. Am ersten Rohkosttage ist allerdings die Harnmenge ebenso groß wie an den Normalkosttagen. Gemessen an der geringen Flüssigkeitszufuhr mit der Nahrung — wurde doch neben der Rohkost keine freie Flüssigkeit aufgenommen — muß aber die Harnmenge am ersten Tage als sehr hoch angesehen werden. Dem entspricht das niedrige spez. Gewicht. Die auffallend hohen Mengen der ersten Urinportionen entstehen dadurch, daß es beim Übergang von der gesalzenen Normalkost zur salzarmen Rohkost immer zu einer Ausschwemmung von Flüssigkeit aus dem Körper kommt. An den folgenden Tagen mit saurer Kost weisen die Harnmengen und spez. Gew. wieder normale Werte auf.

An allen Versuchstagen zeigen die spez. Gew. keine regelmäßig wiederkehrenden Schwankungen und auch keinen Zusammenhang mit den übrigen Faktoren.

In allen Urinportionen wurde die Reaktion gegen Lackmuspapier geprüft. An den Normalkosttagen fand sich stets saure Reaktion. Für die Rohkosttage wurde eine Änderung nach der alkalischen Seite erwartet. Aber es fand sich immer ein gegen Lackmus sauer reagierender Urin. Nur in der letzten Urinportion des zweiten Rohkosttages wurde die Reaktion neutral. Auch hierin zeigt sich wieder, daß eine reine Rohkostwirkung an diesen Versuchstagen fraglich ist. Der erste Tag mit saurer Kost gibt bis vor dem Mittagessen alkalisch reagierende Harnportionen, am übrigen Tag ist der Urin sauer. Am zweiten Tage mit saurer Kost fand sich häufig neutrale Urinreaktion. Nachmittags und abends verhielt sich regelmäßig der Urin gegen

Lakmus sauer. Die stets saure Reaktion des Harnes an den Rohkosttagen, ferner das Alkalischwerden des Urins am ersten Tage mit saurer Kost zeigen, daß diese Kostversuche bei H. T. wohl als Folge der Verdauungsstörungen nur bedingt verwertbare Resultate ergeben. Auch die übrigen untersuchten und zu besprechenden Faktoren deuten darauf hin.

Bei der Untersuchung der pH-Zahl fand sich stets trotz aller Koständerungen sowohl bei H. T. wie auch bei H. B. ein Parallelgehen derselben mit dem S.Ue. und dem G.S.Ue., d. h. die Tagesschwankungen der H-Ionenkonzentration, des S.Ue. und des G.S.Ue. erfolgen stets in der gleichen Richtung. Ist die H-Ionenkonzentration größer — also der Urin saurer — so ist auch der S.Ue. und der G.S.Ue. größer.

Bei der Rohkostperiode fanden sich für diese drei Werte gleichmäßige wohlcharakterisierte Tagesschwankungen. Morgens ist der Urin stark sauer. Der Säuregrad nimmt zu, und erreicht kurz vor dem Mittagessen einen Höhepunkt. In der 2 Stunden nach dem Mittagessen gelassenen Urinportion verschiebt sich Harnreaktion nach der alkalischen Seite. Ungefähr in der Mitte der Zeit zwischen Mittagessen und Abendessen wendet sich die Reaktion, der Urin wird wieder saurer, um kurz vor dem Abendessen ein zweites Maximum der Säuerung zu erreichen. Wie nach der Mittagsmahlzeit findet sich auch wieder in der 2 Stunden nach dem Abendessen gelassenen Harnportion eine Verschiebung der aktuellen Reaktion nach der alkalischen Seite. Der Urin von 22 Uhr abends bis 7 Uhr morgens wurde gesammelt untersucht. In diesem Nachturin ist die aktuelle Reaktion stark nach der sauren Seite verschoben. Würde man das Verhalten der aktuellen Harnreaktion von H.T. bei Normalkost als Kurve darstellen, so würde diese zwei Maxima der Säuerung vor den Hauptmahlzeiten mittags und abends aufweisen, während sich ein Minimum der H-Ionenkonzentration 2 Stunden nach den Mittags- und Abendmahlzeiten finden. Durch den Nachturin erhielte diese Kurve ein drittes Maximum der Säuerung. Allerdings erreicht die H-Ionenkonzentration hier nicht die Werte, die vor den Mittags- und Abendmahlzeiten gefunden wurden. Dem Verlauf dieser Kurve würden gleichzeitig die Werte für den S.Ue. und für den G.S.Ue. entsprechen.

Beim Übergang von der Normalkost zur Rohkost kommt es zu veränderten Werten für pH, S.Ue. und G.S.Ue. Der Verlauf der Tagesschwankungen, wie er sich bei der Normalkost zeigte, findet sich am ersten Rohkosttage garnicht. Am zweiten Rohkosttage sind die Schwankungen nur schwach angedeutet. Im Verhältnis zur Normalkost ist die H-Ionenkonzentration größer, der Urin also stärker sauer als vorher (Tab. 5 und 6). Dieses unerwartete Resultat könnte wohl einmal durch die geringe Nahrungsaufnahme an dem Obsttage und einen dadurch

ausgelösten Hungerzustand erklärt werden. Zum andern dürften die Verhältnisse aber dadurch außerordentlich kompliziert worden sein, daß infolge der Durchfälle eine nicht zu beurteilende Störung des Saure-Basengleichgewichtes eingetreten ist.

Diese Störungen wirken sich auch auf den ersten Tag mit saurer Kost aus, während sich am zweiten Tage dieser Kost wieder die bei der Normalkost geschilderten Tagesschwankungen der Werte für pH, S.U. und G.S.Ue. zeigen.

Da, wie gesagt, die Ammoniakausscheidung abhängig sein soll von den Säureverhältnissen im Urin, wurde deren Beziehung zur Harnacidität untersucht. Auch der Eiweißumsatz im Körper wurde berücksichtigt, indem die in den einzelnen Harnportionen ausgeschiedene Stickstoffmenge bestimmt wurde. Die Stickstoffausscheidung in den einzelnen Harnportionen (Stab 9 der Tabellen) geht bei sämtlichen untersuchten Kostarten nicht der Ammoniakausscheidung parallel. Sie ist regellos und ohne irgendwelche wiederkehrenden Schwankungen. Auch läßt die Stickstoffausscheidung keine Beziehungen zu den Mahlzeiten erkennen. Die Gesamttagesausscheidung an Stickstoff ist aber während der Rohkosttage geringer als bei Normalkost und bei saurer Kost. Die beiden letzteren Kostarten zeigten etwa gleiche Gesamtstickstoffmengen im Urin (11,9—13,3 g).

Die Gesamtammoniakausscheidung betrug sowohl bei der Normalkost wie auch bei saurer Kost und Rohkost gleichmäßig 0,7 g pro Tag. Ein Sichanpassen der Ammoniakausscheidung an den G.S.Ue. erfolgte nicht.

Bei Betrachtung der Ammoniakzahlen fällt auf, daß diese bei allen untersuchten Kostarten von früh morgens bis zur Mittagsmahlzeit ansteigen, nach dem Essen einen plötzlichen Abfall zeigen, um am Nachmittag gegen 17 Uhr wieder größer zu werden und gegen 22 Uhr den höchsten Wert zu erreichen. Dieser Verlauf der Tagesschwankungen steht nicht in einem bestimmten Verhältnis zu der Säureausscheidung im Urin. Die Änderung der im Urin ausgeschiedenen Säuremengen wird also nicht von einer gleichsinnigen Änderung der Ammoniakzahlen begleitet. Die Feststellung von Hasselbalch, daß eine hohe H-Ionenkonzentration eine entsprechend hohe Ammoniakzahl bedinge, findet durch diese Versuche keine Bestätigung.

Eine zweite Versuchsreihe wurde an H.B. angestellt. Diese sollte die Ausscheidungsverhältnisse des Harnes für Säure und Ammoniak prüfen, nachdem der Körper sich nach längerer Verabreichung der verschiedenen Kostarten auf diese eingestellt hatte. Da H.B. sich während des Versuches sehr wohl und ohne jede Verdauungsstörung befand, konnten die Ergebnisse auch nicht durch irgendwelche derartigen Störungen beeinträchtigt werden. Die Kost war stets kalorisch ausreichend, ein Hungerzustand war auszuschließen. Eine nochmalige Untersuchung bei normaler

Kost wurde nicht vorgenommen, da für diese sichere Resultate schon in der ersten Versuchsreihe bei H. T. gewonnen waren. Nach 2 Wochen langer Einstellung auf Rohkost, die der V.P. keinerlei Beschwerden bereitete, wurden an drei Rohkosttagen die 2-stündigen Harnmengen untersucht. Anschließend wurde wieder nach längerer Vorperiode die Auswirkung saurer Kost auf Säure- und Ammoniakausscheidung festgestellt. Die gefundenen exakten Werte weichen zum Teil von den Ergebnissen der ersten Versuchsperiode ab.

Die Urinmengen sind bei beiden untersuchten Kostarten ungefähr gleich. Die spez. Gew. fanden sich im allgemeinen bei der Rohkost niedriger als bei der sauren Kost.

Der Vergleich der beiden Kostperioden zeigt Unterschiede in der Reaktion des Urins gegen Lackmuspapier (Tab. 9—13). Der Harn gab während der Rohkosttage eine alkalische oder neutrale Reaktion, nur die Nachturine besaßen saure Reaktion. Bei der Ernährung mit saurer Kost ist der Urin stets sauer. Wir finden also ein Verhalten, das dem bei der ersten Versuchsperion entgegengesetzt ist, aber durchaus den Erwartungen entspricht.

Noch deutlicher geben die pH-Zahlen die Aciditätsverhältnisse wieder. Auch in dieser Versuchsreihe zeigt sich ein stetes Parallelgehen der H-Ionenkonzentration mit dem S.Ue. und dem G.S.Ue. Die Versuchstage, an denen die alkalotisch wirksame Rohkost gereicht wurde, weisen eine geringe H-Ionenkonzentration — also eine hohe pH-Zahl — auf. Dementsprechend sind auch im allgemeinen die Werte für den S.Ue. und den G.S.Ue. gering, oder es tritt sogar an Stelle eines Säureüberschusses ein Basenüberschuß auf.

Die gemeinsamen Tagesschwankungen für die H-Ionenkonzentration, den S.Ue. und den G.S.Ue. während der Rohkosttage weichen von dem Verlauf der Schwankungen, die sich in der Normalkostperiode bei H.T. finden, in gewissem Grade ab. Morgens findet sich während der Rohkosttage ein deutlich alkalischer Urin. Die Harnreaktion wird dann sauer, bis sie 2 Stunden nach der Mittagsmahlzeit gegen 15 Uhr ein Maximum der Säuerung erreicht. Nachmittags sinkt die Acidität des Harnes gegen 17 Uhr ab, um aber vor dem Abendessen wieder anzusteigen. Nach dem Abendessen ist der Urin dann noch saurer als vorher, ganz im Gegensatz zur Normalkost bei H.T. und auch der später zu beschreibenden sauren Kost bei H.B. Der Nachturin bei dieser Rohkost zeigt dann aber eine deutliche alkalische Reaktion. Auffallend niedrig sind die Tageswerte für den G.S.Ue. Sie sind auf ein Drittel der Menge gesunken, die wir bei Normalkost antrafen.

Die Tage mit saurer Kost zeigen für die H-Ionenkonzentration, für S.Ue. und G.S.Ue. wieder die gleichen Tages-

schwankungen, wie sie sich bei der Normalkost von H.T. fanden. Es ergaben sich also Maxima der H-Ionenkonzentration kurz vor den Mittags- und Abendmahlzeiten, sowie während der Nacht. Die 2 Stunden nach den Mahlzeiten gelassenen Urinportionen weisen einen starken Abfall der Säuerung gegenüber den vor den Mahlzeiten gefundenen Säurewerten auf.. Dementsprechend ist auch der S.Ue. und der G.S.Ue. nach den Mahlzeiten sehr gering. Die Gesamtsäureausscheidung ist gegenüber der Normalkost bei H. T. nur um ein geringes erhöht, dagegen 4—5mal so hoch, wie während der Rohkost bei H.B.

Die Stickstoffausscheidung der einzelnen Harnportionen ist, wie sich in der ersten Versuchsperiode fand, auch hier ohne jede erkennbare Beziehung zur Nahrungsaufnahme. Es zeigen sich desgleichen keine regelmäßigen Tagesschwankungen des Gesamtstickstoffs im Harn. Die Gesamttagesausscheidung ist bei der Rohkost sehr gering (7—8 g), entsprechend der geringen Eiweißzufuhr mit der Nahrung, also gleich den Werten, die sich auch in der Rohkostperiode bei H. T. fanden. Bei der Ernährung mit saurer Kost werden Stickstoffmengen von 12—13 g am Tage ausgeschieden. In diesen Grenzen bewegte sich auch die tägliche Stickstoffausscheidung bei H.T. während der Darreichung von saurer Kost und der Normalkost.

Die Ammoniakzahl ist während der Rohkosttage in den ersten Tagesstunden sehr klein. Im Laufe der nächsten Stunden steigt sie langsam an, und erreicht abends gegen 22 Uhr und in dem Nachturin Werte, die denen gleichen, die bei der Normalkost durchschnittlich festzustellen waren. Hingegen sind während der sauren Kosttage die Ammoniakzahlen der einzelnen Harnportionen regelmäßig hoch, und zwar ist ihr Durchschnittswert größer als bei der Normalkost. Bemerkenswert ist, daß während der sauren Kost die Ammoniakzahlen der ersteren Urinportion um 9 Uhr auffallend große waren.

Den von Hasselbalch gefundenen Zusammenhang zwischen der Ammoniakzahl und der H-Ionenkonzentration kann diese zweite Versuchsreihe nicht bestätigen. Wie in den ersten Versuchen bei H.T., so findet sich auch bei der Versuchsperson H.B. oft dann eine hohe Ammoniakzahl, wenn die H-Ionenkonzentration klein ist, der Urin also wenig sauer ist.

Mit größerer Regelmäßigkeit ist die Ammoniakausscheidung selbst der H-Ionenkonzentration proportional und stützt die Behauptung, daß die Ammoniakausscheidung der Niere dazu diene, die überschüssigen sauren Valenzen im Urin abzusättigen.

So ist während aller Rohkosttage die Ammoniakmenge, die in den einzelnen Urinportionen ausgeschieden wurde, stets sehr klein, bei gleichzeitig alkalischem Urin mit sehr hoher pH-Zahl. Hingegen finden sich bei der sauren Kost mit stark saurem Urin und entsprechend niedrigem pH-Wert Ammoniakmengen,

die durchschnittlich um das Dreifache höher liegen als bei der alkalotischen Rohkost. Die Größe der Ammoniakausscheidung dürfte auf Grund dieser Versuchsergebnisse auch in Beziehung stehen zu der mit der Nahrung aufgenommenen Eiweißmenge; ist diese doch während der Rohkost niedrig, bei der sauren Kost hoch.

Auch den Tagesschwankungen der pH-Zahl folgen die ausgeschiedenen Ammoniakmengen. Während der Rohkost, wo wir ja eine nach den Mahlzeiten weitergehende Säuerung des Urins feststellten, finden wir auch ein Ansteigen der ausgeschiedenen Ammoniakmengen bis zu dem Punkt, bei dem das Maximum der Säuerung erreicht ist. Mit fallender pH-Zahl sinkt auch die Ammoniakausscheidung ab und folgt dann weiter den schon beschriebenen Schwankungen der pH-Zahlen (Tab. 9). Bei saurer Kost finden wir ebenfalls ein Parallelgehen zwischen der pH-Zahl und der Ammoniakausscheidung in den einzelnen Harnmengen. Allerdings entsprechen sich die Änderungen der beiden Werte nicht so gänzlich, wie wir es in der Rohkostperiode sehen.

Besprechung.

Die Betrachtung der Versuchsergebnisse über die pH-Schwankungen des Harnes bei normaler Kost ergibt eine Kurve, die mit der von Satke und Bartolomey, wie auch der von Beckmann gefundenen nur zum Teil übereinstimmt. Diese Forscher fanden einen Anstieg des Harn-pH nach der Mittagsmahlzeit. Den gleichen Befund stellten wir bei der Tageskurve während der Normalkost fest. Aber wir konnten fernerhin eine zweite regelmäßige Schwankung nach der alkalischen Seite nach dem Abendessen beobachten, eine Feststellung, die durch die Versuche der genannten Autoren nicht erbracht wurde. Allerdings dürften die Ursachen für diese zweite Tagesschwankung der pH-Kurve ganz die gleichen sein, wie der zeitliche Zusammenhang mit den Mahlzeiten zeigt. Das in früheren Untersuchungen gefundene Ansteigen der H-Ionenkonzentration während der Nachtstunden konnte durch meine Versuche bestätigt werden.

Gleich den Befunden von Satke und Bartolomey ging auch in meinen Versuchen der S.Ue. und der G.S.Ue. des Harns mit der H-Ionenkonzentration parallel. Im allgemeinen ist die Säuerung des Urins bei der sauren Kost größer als bei Normalkost, jedoch fanden sich auch hier die typischen, nach den Mahlzeiten auftretenden Schwankungen.

Als dritte Kost untersuchte ich die Rohkost. Für eine rein alkalische Kost hat Hasselbalch schon Untersuchungen bezüglich der Aciditätschwankungen des Harnes innerhalb eines Tages angestellt. Dieser Autor fand keine Abweichungen der pH-Tagesschwankungen von denen, die er für Normalkost gefunden hatte.

In meinen Versuchen aber fanden sich für die Rohkost bei H.B. von der Normalkost abweichende Tagesschwankungen der pH-Werte, denn die anscheinend durch die Mahlzeiten bedingten Schwankungen, wie sie die Normalkostperiode aufweist, fanden sich bei der Rohkost nicht. Der Harn-pH zeigt hier gerade das gegensätzliche Verhalten. Er nimmt hier nach der Mittagsmahlzeit noch weiterhin ab, während er bei der Normalkost nach den Mahlzeiten zunimmt. Das gleiche Verhalten findet sich auch nach den Abendmahlzeiten.

Für die Aciditätsschwankungen im Harn nach den Hauptmahlzeiten ist von vielen Autoren die Magensaftsekretion als Ursache bezeichnet worden. Es soll durch die Salzsäuresekretion im Magen zu einer Verringerung der Chlor-Ionen im Blute kommen. Man nimmt nun an, daß, um die Blutreaktion konstant zu erhalten, die Kohlensäurespannung erhöht werden muß, unter gleichzeitiger Zurückhaltung von Säuren durch die Niere. Hierdurch kommt es zu einer Abnahme der Harnacidität.

Von einigen Autoren wird die postdigestive Abnahme der Harnacidität als eine physiologische Schwankung — ähnlich den wechselnden Tageswerten für die Körpertemperatnr und die Urobilinogenausscheidung — aufgefaßt.

Daß aber die Nahrung einen Einfluß auf den Ablauf der Harnaciditätsschwankungen ausübt, geht besonders aus dem Verhalten der Tagesschwankungen während der Rohkostperiode bei H.B. hervor. Hier fand sich im Gegensatz zur Normalkost nach den Mahlzeiten eine geringe, aber regelmäßige Säuerung im Urin, also ein Kleinerwerden des pH-Wertes, ein Befund, der bislang bei Verabreichung alkalotischer gekochter Kostformen nicht ermittelt werden konnte, also vielleicht eine Eigentümlichkeit der Rohkost darstellt. Allerdings könnte man für diesen Vorgang auch die Erklärung heranziehen, daß durch die Steigerung des Stoffwechsels nach der Nahrungsaufnahme ein Überschuß an sauren Valenzen auftritt, der durch die Nieren ausgeschieden wird und hier — während der Rohkostperiode mit dem alkalischen Harn — als geringe Schwankung nach der sauren Seite in Erscheinung tritt.

Eine Erklärung für das Saurerwerden des Urins in den Nachtstunden geben die Versuche von Hasselbalch, Porges, Leimdörfer, Beckmann, Straub u. a., aus denen eindeutig hervorgeht, daß während des Schlafes die alveoläre Kohlensäurespannung sehr hoch und gleichzeitig der pH des Urins niedrig ist. Dies Verhalten kann nur darauf zurückgeführt werden, daß es während des Schlafes zu einer starken Anhäufung von Kohlensäure im Blute kommt. Um die Übersäuerung im Blute zu verhindern, hat die Niere das Bestreben, möglichst viel Säuren im Harn auszuscheiden. Der Harn wird daher während des Schlafes stark sauer. Der Anstieg der alveolären

Kohlensäurespannung soll nach Straub auf einer Änderung der Empfindlichkeit des Atemzentrum beruhen.

Zusammenfassend läßt sich also sagen, daß eine saure Kost zu einer größeren Ausscheidung saurer Valenzen im Harn führt, während es bei einer alkalotisch wirksamen Kost zu einer Verminderung der Säureausscheidung gegenüber einer Normalkost kommt. Die ausgeschiedenen sauren Valenzen sind zum Teil gebunden, zum Teil in freier Form im Urin enthalten. Die Werte für die Säureausscheidung sind täglich wiederkehrenden Schwankungen unterworfen, die durch die Mahlzeiten beeinflußt, wahrscheinlich auch allein durch sie bedingt sind. Weiterhin findet sich, daß die Ammoniakausscheidung im Urin mit der aktuellen Reaktion, dem G.S.Ue. und dem S.Ue. also der gesamten Säureausscheidung, im Zusammenhang steht. Bei größerer H-Ionenkonzemtration wird auch mehr Ammoniak ausgeschieden. Dieses Abhängigkeitsverhältnis bestätigt sich für alle Kostarten. Durch diese Tatsache erhärtet sich die von vielen Autoren aufgestellte Behauptung, daß das in den Nieren gebildete Ammoniak zur Neutralisation überschüssiger saurer Valenzen im Harn dient.

Jedoch soll die Menge des ausgeschiedenen Ammoniaks auch von der Menge des im Körper umgesetzten Eiweißes abhängen. Es müßte dann die Ammoniakausscheidung parallel gehen mit der Menge des im Urin ausgeschiedenen Stickstoffs. In der Tat findet sich bei der stickstoffreichen sauren Kost bei H.B. ein Parallelgehen der ausgeschiedenen Stickstoffmenge mit der Ammoniakausscheidung, während dies Parallelgehen bei der eiweißarmen Rohkost nicht zu beobachten ist. Beide Faktoren, Eiweißabbau und Ausscheidung überschüssiger saurer Valenzen, sind also an der Ammoniakausscheidung der Niere beteiligt.

Hasselbalch, der die Beteiligung des Eiweißumsatzes im Körper an der Ammoniakausscheidung berücksichtigte, wollte diesen Teil des Ammoniaks, der nicht zur Neutralisation saurer Valenzen gebildet wird, von der Betrachtung des Säure-Basengleichgewichtes ausschließen. Er wählte die Ammoniakzahl, als den Wert, der den prozentualen Anteil des Ammoniakstickstoffs zum Gesamtstickstoff angeben soll. Den von ihm gefundenen gesetzmäßigen Zusammenhang dieser Ammonikzahl mit der H-Ionenkonzentration des Urins konnten meine Versuche nicht bestätigen. Die Ammoniakausscheidung selbst gibt nach meinen Versuchen einen besseren Einblick in die Säureausscheidung als die von Hasselbalch aufgestellte Ammoniakzahl.

Herrn Privatdozent Dr. Eimer danke ich für die mir bei dieser Arbeit in so reichem Maße zuteil gewordene Unterstützung.

Literaturverzeichnis.

Ambard et Schmid: Soc Biol. 86. 604. (1922).
Ambard et Schmid: Arch. des maladies des reins. 1. 696. (1922).
Beckmann: Münch. med. Woch. 1923. I. 417.
Berg: Eiweißbedarf und Mineralstoffwechsel bei einfachster Ernährung. Leipzig 1931.
Brock: Zeitschr. f. Kinderheilkunde. 1925. 39. 44.
Brock: Zeitschr. f. Kinderheilkunde. 1926. 41. 378.
Brock: Zeitschr. f. klin. Med. 1924. 153. 51.
Camerer: Zeit. f. Biol. 43. 13. 1902.
Coranda: Arch. f. exper. Path. und Pharm. 12. 76. 1880.
Embden u. Schumacher: Pflügers Arch. 223. 487. 1929.
Endres: Biochem. Zeit. 132. 220. (1922).
Endres: Biochem. Zeit. 142. 53. 1923.
Eimer: Verhandlungen des Kongresses f. innere Medizin. Wiesbaden 1931.
Eppinger: Hepato-lineare Erkrankungen. Letzte Auflage.
Erdt: Deutsch. Arch. f. klin. Med. 117. 497. 1915.
Fasold: Klin. Woch. 1931. I. 960.
Freudenberg u. György: 1922. 410 und 1923. 1539.
Gaethgens: Zeit. f. physiol. Chem. 1880. 4. 36.
Gammeltoft: Zeit: f. physiol. Chem. 1911. 75. 57.
Goiffon: ref. Kongrzbl. 1925. 40. 35.
Gumlich: Zeit. f. physiol. Chem. 1893. 17. 19.
György: Zeit. f. d. ges. exper. Med. 1924. 43. 605.
György: Jahrbuch f. Kinderheilkunde. 1922. 99. 109.
Hasselbalch: Biochem. Zeit. 46. 403. 1912.
Hasselbalch: Biochem. Zeit. 74. 18. 1916.
Hürtle: Münch. med. Woch. 1929. II. 1405.
Jansen u. Karbaum: D. Arch. f. klin. Med. 153. 65. 1926.
Katzenstein: Zeit. f. d. ges. exper. Med. 60. 1928.
Kroetz: Münch. med. Woch. 1929. 1788.
Loeb: Zeit. f. klin. Med. 56. 1905.

Magnus-Levy u. Siebert: Zeit. f. klin. Med. 107. H. 3. u. 4.
Mainzer: Klin. Woch. 7. 1354.
Mainzer: Klin. Woch. 39. 1794. 1929.
Mainzer: Zeit. f. d. ges. exper. Med. 55. 150. 1927.
Mainzer: Biochem. Zeit. 203. 50.
Mainzer: Biochem. Zeit. 207. 59. 1929.
Mainzer, Joffe u. Scherer: Zeit. f. klin. Med. 111. 464.
Mainzer u. Joffe: Klin. Woch. 29. 1353. 1928.
Michaelis: Die Wasserstoffionenkonzentration. 1. Auflage. 1914.
Muchat: Journ. of eln. invest. 1926. II. Nr. 3. ref. Kongrzbl. 47. 165. 1927.
Nash, jr. u. Benedict: Jl. of. Biol. Chem. 48. 463. 1921.
Nash, jr. u. Benedict: Jl. of. Biol. Chem. 51. 183. 1922.
Oppenheimer: Handbuch der Biochemie. 5. 682.
Parnas: Biochem. Zeit. 155. 1925.
Porges, Leimdörfer u. Marcovici: W. klin. Woch. 1910/23. 1406.
Robinson: Journ. of. biol. chem. 1922. 52. 445.
Rona u. Kleinmann: Praktikum d. physiol. Chemie. II. Berlin 1929.
Rumpf: Arch. f. path. Anatomie u. Physiol. 1896. 143. 1.
Salkowski: Virch. Arch. 1871. 53.
Satke u. Bartolomey: Wien. Arch. 20. 137. u. 213. u. 227. u. 473. 1930.
Schittenhelm: D. Arch. f. klin. Med. 77. 517. 1903.
Seelig: Zeit. f. d. ges. exper. Med. 80. 362. 1932.
Seelig: Zeit. f. d. ges. exper. Med. 79. 360. 1931.
Stadelmann: Arch. f. d. ges. exper. Path. u. Pharm. 1883. 17. 420.
Scheer: Klin. Woch. 1928. 7. 18.
Straub: Erg. d. i. Med. u. Kinderheilkunde. 1924. 25.
Straub u. Meyer: Biochem. Zeit. 124. 259. 1921.
Straub u. Beckmann, Erdt, Mettenleiter: D. Arch. f. klin. Med. 117. 497. 1915.
Straub: D. Arch. f. klin. Med. 138. 288. 1922.
Veil: Klin. Woch. 1922. II. 2176.
Winterstein: Pflügers Arch. f. d. ges. Physiol. 1911. 138. 159 und 1921. 187. 293.

Versuchsperson H. T. Tab. 1. Normalkost.

Dat.	Zeit	Menge	Spez. Gew.	Reaktion	pH	S.Ue.	G.S.Ue.
25. 3.	9	110	1023	sauer	6,6	9	9,9
"	11	160	1021	sauer	6,4	11	17 6
"	13	105	1025	sauer	5,7	36	37,8
"	15	75	1027	sauer	6,0	34	25,5
"	17	80	1025	sauer	6,6	13	10,4
"	19,30	125	1030	sauer	6,4	20	25,0
"	22	150	1030	sauer	6,8	10	15,0
"	nachts	310	1032	sauer	5,8	61	189,1
		1115					330,3

Versuchsperson H. T. Tab. 2. Normalkost.

Dat.	Zeit	Menge	Spez. Gew.	Reaktion	pH	S.Ue.	G.S.Ue.
26. 3.	9	175	1025	sauer	6,8	2	3,5
"	11	125	1025	sauer	7,0	3	3,7
"	13	70	1031	sauer	5,9	35	24,5
"	15	60	1034	sauer	6,0	37	22,2
"	17	175	1025	neutr.	7.4	0	0
"	19,30	155	1032	sauer	6,3	9	13,9
"	22	195	1030	sauer	6,8	10	19,5
"	nachts	565	1020	sauer	6,0	27	152,5
		1020					239,7

Mahlzeiten: 9 Uhr Morgenkaffee.
13 Uhr Mittagessen.
19,30 Uhr Abendessen.

Versuchsperson H. T. Tab. 3.

Dat.	Zeit Uhr	Menge ccm	Spez. Gew.	Reaktion	pH	S.Ue. %	G.S.Ue.	Gesamt N g	N aus Ammoniak	Ammoniakzahl	Ammoniak g
27. 3.	9	130	1025	sauer	6,7	9	11,7	1,0556	0,03694	3,5	0,04486
„	11	150	1020	sauer	6,4	17	25,5	0,7980	0,04746	5,9	0,05763
„	13	140	1024	sauer	5,8	31	43,4	1,2152	0,07134	5,8	0,08663
„	15	85	1024	sauer	6,3	29	24,6	0,7140	0,04069	5,7	0,04941
„	17	145	1024	sauer	6,4	16	23,2	0,4616	0 05460	3,7	0.06630
„	19,30	100	1030	sauer	5,4	47	47,0	0,7560	0,06776	8,9	0,08228
„	22	100	1030	sauer	5,6	45	45,0	1,0360	0,05894	5,6	0,07157
„	nachts	500	1025	sauer	5,9	31	155,0	4,9000	0,23800	4,9	0,28900
		1350					375,4	11,9364	0,61573	5,5	0,74768

Normalkost.

9 Uhr Morgenkaffee.
13 Uhr Mittagessen.
19,30 Uhr Abendessen.

Versuchsperson H. T. Tab. 4.

Dat.	Zeit Uhr	Menge ccm	Spez. Gew.	Reaktion	pH	S.Ue. %	G,S.Ue.	Gesnmt N g	N aus Ammoniak	Ammoniakzahl	Ammoniak g
28. 3.	9	130	1026	sauer	6,8	9	11,7	1,0192	0,02457	2,4	0,02983
„	11	135	1025	sauer	6,6	12	16,2	1,0206	0,03647	3,5	0,04429
„	13	65	1031	sauer	5,8	35	22,7	0,7098	(,03958	5,4	0,04806
„	15	70	1028	sauer	5,7	42	29,4	0,9800	0 05478	5,6	0,06652
„	17	100	1025	sauer	5,7	27	27,0	1,0640	0,05418	5,1	0,06579
„	19,30	155	1025	sauer	5,4	42	65,1	1,2586	0,03276	2,7	0,03978
„	22	165	1029	sauer	5,8	47	77,5	1,9304	0,10279	5,3	0,12482
„	nachts	310	1030	sauer	5,7	49	151,9	4 3400	0,27288	6,2	0,33148
		1130					401,5	12,3426	0,61801	5,0	0,76057

Normalkost.

9 Uhr Morgenkaffee.
13 Uhr Mittagessen.
19,30 Uhr Abendessen.

Versuchsperson H. T. Tab. 5.

Dat.	Zeit Uhr	Menge ccm	Spez. Gew.	Reaktion	pH.	S.Ue.	G.S.Ue.	Gesamt N g	N aus Ammoniak	Ammoniakzahl	Ammoniak g
20. 3.	9	125	1027	sauer	5,8	22	27,5	1,9600	0,06912	3,5	0,08393
„	11	70	1022	sauer	5,7	25	17,5	0,6664	0,03479	5,2	0,04224
„	13	95	1026	sauer	5,4	40	38,0	1,1072	0,07035	6,3	0,08543
„	15	370	1005	sauer	5,4	11	40,7	0,9324	0,04351	4,6	0,05283
„	17	350	1007	sauer	5,6	7	24,5	0,7840	0,05733	7,3	0,06961
„	19,30	115	1020	sauer	5,6	40	46,0	0,9982	0,09370	9,3	0,11378
„	22	60	1024	sauer	5,4	53	31,8	0,7224	0,06778	9,3	0,08231
„	nachts	165	1022	sauer	5,8	37	61,0	2,2638	0,16748	7,7	0,21430
		1050					287,0	9,4344	0,61306	6,6	0,74443

Rohkost. — Obstkost.
9 Uhr Morgenkaffee.
13 Uhr Mittagessen.
19,30 Uhr Abendessen.

Versuchsperson H. T. Tab. 6.

Dat.	Zeit Uhr	Menge ccm	Spez. Gew.	Reaktion	pH.	S.Ue.	G.S.Ue.	Gesamt N g	N aus Ammoniak	Ammoniakzahl	Ammoniak g
30. 3.	9	45	1025	sauer	6,6	8	3,6	0.6552	0,02356	3,6	0,02861
„	11	50	1027	sauer	5,7	52	26,0	0,8540	0,04872	5,7	0,05916
„	13	60	1027	sauer	5,8	42	25,2	0,7060	0,04092	5,8	0,04977
„	15	60	1030	sauer	5,8	42	25,2	0,9072	0,03786	4,1	0,04600
„	17	55	1027	sauer	5,7	71	39,0	0,8162	0,05143	6,3	0,06245
„	19,30	50	1030	sauer	5,6	76	38,0	0,8260	0,05183	6,2	0,06536
„	22	60	1030	sauer	5,6	73	43,8	1,0248	0,08080	7,8	0,09812
„	nachts	205	1026	neutr.	6,8	13	26,6	2,9848	0,16387	5,4	0,19899
		585					227,4	8,7743	0,45899	5,7	0,60846

Rohkost.
9 Uhr Morgenkaffee.
13 Uhr Mittagessen.
19,30 Uhr Abendessen.

Versuchsperson H. T. Tab. 7.

Dat.	Zeit Uhr	Menge ccm	Spez. Gew.	Reaktion	pH	S.Ue.	G.S.Ue.	Gesamt N g	N aus Ammoniak	Ammoniakzahl	Ammoniak g
31. 3.	9	55	1025	alk.	7,4	0	—	0,7238	0,03734	5,1	0,04534
"	11	80	1026	alk.	7,4	0	—	0,8512	0,05824	6,8	0,07072
"	13	65	1030	alk.	7,4	0	—	0,8918	0,02657	3,0	0,03226
"	15	55	1035	sauer	7,0	84	46,2	1,5680	0,04858	3,1	0,05899
"	17	80	1032	sauer	6,1	54	43,2	1,4784	0 05331	3,6	0,06473
"	19,30	100	1036	sauer	6,2	62	62,0	1,6520	0,08904	5,3	0,10812
"	22	80	1027	sauer	5,5	53	42,4	1,5680	0,08825	5,6	0,10716
"	nachts	205	1027	sauer	5,8	46	94,3	3,8458	0,24940	6,4	0,30284
		720					288,1	12,578	0,65073	5,1	0,79016

Saure Kost.

9 Uhr Morgenkaffee.
13 Uhr Mittagessen.
19,30 Uhr Abendessen.

Versuchsperson H. T. Tab. 8.

Dat.	Zeit Uhr	Menge ccm	Spez. Gew.	Reaktion	pH	S.Ue.	G,S.Ue.	Gesnmt N g	N aus Ammoniak	Ammoniakzahl	Ammoniak g
1. 4.	9	105	1026	neutr.	7,0	4	4,2	1,6758	0,04174	2,5	0,05069
"	11	130	1017	neutr.	6,6	12	15,6	1,4560	0,04477	3,0	0,05436
"	13	90	1026	sauer	6,4	29	26,1	0,8568	0,04006	4,6	0,04865
"	15	170	1026	neutr.	7,0	12	20,4	1,5232	0,04760	3,1	0,05780
"	17	95	1030	sauer	6,9	19	18,0	1,1438	0,04389	3,8	0,05329
"	19,30	105	1030	sauer	6,0	16	16,8	1,7640	0,06468	3,6	0,07994
"	22	160	1027	sauer	6,3	18	28,8	2,9388	0,13316	4,5	0,16170
"	nachts	130	102710	sauer	6,0	28	36,4	2.0384	0,08918	4,3	0,10829
		985					166,3	13,393	0,50508	3,8	0,61472

Saure Kost.

9 Uhr Morgenkaffee.
13 Uhr Mittagessen.
19,30 Uhr Abendessen.

Versuchsperson H. B. Tab. 9.

Dat.	Zeit Uhr	Menge ccm	Spez. Gew.	Reaktion	pH	S.Ue. %	G.S.Ue.	Gesamt N g	N aus Ammoniak	Ammoniakzahl	Ammoniak g
5. 2.	9	30	1016	alk.	7,8	—4	—1,2	0,277	0,00957	0,3	0,01163
"	11	30	1032	alk.	7,6	—10	—3,0	0,277	0,00462	0,1	0,00561
"	13	75	1022	alk.	7,3	0	0	0,798	0,00966	0,1	0,01173
"	15	225	1005	neut.	7,0	2	4,5	1,197	0,01954	0,9	0,02477
"	17	200	1002	alk.	7,2	0	0	0,952	0 01316	1,3	0.01598
"	19,30	330	1006	neut.	7,0	2	6,6	1,234	0,04118	3,3	0,04992
"	22	290	1003	neut.	6,8	8	23,2	1,055	0,06942	6,5	0,08430
"	nachts	295	1012	sauer	6,4	20	59,0	2,808	0,19493	6,9	0,23788
		1475					89,1	8,598	0,36208	4,1	0,44182

Rohkost.
9 Uhr Morgenkaffee.
13 Uhr Mittagessen.
19,30 Uhr Abendessen.

Versuchsperson H. B. Tab. 10.

Dat.	Zeit Uhr	Menge ccm	Spez. Gew.	Reaktion	pH	S.Ue. %	G.S.Ue.	Gesamt N g	N aus Ammoniak	Ammoniakzahl	Ammoniak g
6. 2.	9	25	1020	alk.	7,6	—4	—1,0	0,179	0,00500	0,3	0,00607
"	11	30	1022	neutr.	7,2	5	1,5	0,386	0,01197	3,1	0,01453
"	13	95	1015	alk.	7,5	0	0	0,852	(,01146	1,3	0,01392
"	15	105	1006	neutr.	6,8	12	12,6	0,676	0 01852	2,7	0,02249
"	17	90	1012	alk.	7,2	3	2,7	0,781	0,01096	1,4	0,01331
"	19,30	70	1022	neutr.	6,8	8	5,6	0,862	0,02116	2,8	0,02570
"	22	60	1014	sauer	5,9	25	15,0	0,789	0,04830	6,1	0,05865
"	nachts	725	1013	sauer	6,7	7	50,6	2,702	0,17153	6,3	0,20829
		1200					87,0	7,227	0,29890	4,1	0,36296

Rohkost.
9 Uhr Morgenkaffee.
13,30 Uhr Mittagessen.
19,30 Uhr Abendessen.

Versuchsperson H. B. Tab. 11.

Dat.	Zeit Uhr	Menge ccm	Spez. Gew.	Reaktion	pH	S Ue. %	G.S.Ue.	Gesamt N g	N aus Ammoniak	Ammoniakzahl	Ammoniak g
7. 2.	9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
"	11	45	1015	alk.	7,5	0	0	0,340	0,00504	0,1	0,00612
"	13	145	1010	alk.	7,5	—3	—4,3	0,771	0,01096	1,4	0,01331
"	15	150	1006	neut.	7,1	10	15,0	0,714	0,01596	2,0	0,01938
"	17	195	1008	alk.	7,3	2	3,9	1,310	0,01583	1,2	0,01922
"	19,30	260	1005	neut.	7,0	4	10,4	1,601	0,02548	1,6	0,03094
"	22	60	1027	sauer	5,9	54	32,4	0,705	0,06820	9,6	0,08282
"	nachts	365	1015	sauer	6,3	26	94,9	2,661	0,22484	8,4	0,27222
		1220					152,3	8,102	0.36631	4,5	0,44401

Rohkost.
9 Uhr Morgenkaffee.
13 Uhr Mittagessen.
19,30 Uhr Abendbrot.

Versuchsperson H. B. Tab. 12.

Dat.	Zeit Uhr	Menge ccm	Spez. Gew.	Reaktion	pH.	S.Ue.	G.S.Ue.	Gesamt N	N aus Ammoniak	Ammoniakzahl	Ammoniak
16. 3.	9	85	1017	sauer	5,6	36	30,6	0,6188	0,06188	10,0	0,07514
„	11	120	1024	sauer	5,7	27	32,4	1,0416	0,07123	8,8	0,08649
„	13	135	1018	sauer	5,9	21	28,3	1,0072	0,06974	6,9	0,08468
„	15	110	1021	sauer	6,4	46	50,6	1,2936	0,08192	6,3	0,09948
„	17	95	1025	sauer	5,7	46	43,7	1,5420	0,12950	8,4	0,15725
„	19,30	125	1028	sauer	5,4	48	50,0	1,2950	0,09747	7,5	0,11836
„	22	110	1028	sauer	5,8	51	56,1	1,8480	0,12073	6,5	0,14660
„	nachts	270	1023	sauer	5,9	61	164,7	5,3160	0,34020	6,5	0,41310
		1040					456,4	13,8622	0,97267	7,0	1,18110

Saure Kost

9 Uhr Morgenkaffee.
13 Uhr Mittagessen.
19,30 Uhr Abendbrot.

Versuchsperson H. B. Tab. 13.

Dat.	Zeit Uhr	Menge ccm	Spez. Gew.	Reaktion	pH.	S.Ue.	G.S.Ue.	Gesamt N	N aus Ammoniak	Ammoniakzahl	Ammoniak
17. 3.	9	25	1020	sauer	5,7	44	11,0	0.413	0,03115	7,5	0,03782
„	11	65	1022	sauer	5,7	41	26,6	1,694	0,06961	4,1	0,08453
„	13	95	1024	sauer	5,4	44	41,8	1,285	0,07620	5,9	0,09253
„	15	70	1028	sauer	5,9	28	19,6	0,999	0,05909	5,9	0,07175
„	17	105	1030	sauer	6,4	23	24,1	1,543	0,09393	6,0	0,11406
„	19,30	125	1028	sauer	5,8	37	46,2	1,610	0,10412	6,4	0,13543
„	22	115	1028	sauer	6,0	43	49,4	1,771	0,15198	8,6	0,18455
„	nachts	245	1029	sauer	5,8	76	186,2	4,184	0,24627	5,8	0,29904
		845					404,9	13,499	0,83235	6,1	1,00971

Saure Kost

9 Uhr Morgenkaffee.
13 Uhr Mittagessen.
19,30 Uhr Abendbrot.

Lebenslauf.

Ich, Helmuth Theine, evang. Konfession, wurde am 4. April 1907 in Remscheid als Sohn des Studienrats Prof. Oskar Theine geboren. Vom 6. Lebensjahre an besuchte ich die Oberrealschule in Duisburg. Meine weitere Schulbildung erhielt ich auf den Realgymnasien zu Gnesen und Osnabrück. Im Jahre 1926 bestand ich die Reifeprüfung. Anschließend studierte ich Zahnheilkunde in Marburg, Würzburg und Freiburg. Im Sommer 1929 bestand ich in Würzburg die zahnärztliche Vorprüfung und erhielt Ende 1931 die Approbation als Zaharzt.

Meine akademischen Lehrer waren: Prof. Dr. Seibel, Prof. Dr. Grüneisen, Prof. Dr. Göppert, Prof. Dr. Dittler, Prof. Dr. von Auwers, Prof. Dr. Münch, Prof. Dr. Wustrow, Prof. Dr. Herrenknecht, Prof. Dr. Aschoff, Prof. Dr. Boeminghaus, Prof. Dr. Versé, Prof. Dr. Pfannenstiel, Prof. Dr. Ruete, Prof. Dr. Gürber, Prof. Dr. Wiedhopf, Prof. Dr. Schwenkenbecher, Prof. Dr. Baur.